

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 957**

51 Int. Cl.:

**B25J 9/00** (2006.01)

**B25J 17/02** (2006.01)

**B25J 18/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10706490 .9**

96 Fecha de presentación: **27.01.2010**

97 Número de publicación de la solicitud: **2384263**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.11.2011**

54

Título: **Robot delta para aumetar los requisitos en cuanto a dinámica, higiene y protección frente a las consecuencias de una colisión**

30

Prioridad:

**30.01.2009 DE 102009006833**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:

**02.01.2013**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:

**02.01.2013**

73

Titular/es:

**ELAU GMBH (100.0%)  
Dillberg 12-16  
97828 Marktheidenfeld, DE**

72

Inventor/es:

**BUNSENDAL, JENS y  
HOMBACH, CHRISTIAN**

74

Agente/Representante:

**DÍAZ NUÑEZ, Joaquín**

ES 2 393 957 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Robot delta para aumentar los requisitos en cuanto a dinámica, higiene y protección frente a las consecuencias de una colisión.

5 [0001] La invención se refiere a un robot delta, que comprende un alojamiento estacionario, en que se instalan al menos tres propulsores y en el que se montan al menos tres brazos superiores, de tal modo que sean giratorios alrededor de un eje en cada caso y estén en cada caso conectados a un propulsor, y en sus extremos libres están conectados a un par de brazos alargados inferiores paralelos entre sí a través de una articulación esférica en cada caso, y en su otro extremo están conectadas a una placa móvil paralela a través de una articulación esférica adicional en cada caso, fijándose una cabeza esférica o una rótula en ambos extremos de cada brazo inferior como parte de una articulación esférica.

10 [0002] Se desvela un robot delta de este tipo en el documento US-B-6577093.

[0003] En la técnica anterior, los robots delta han demostrado su valor en particular para el manejo sumamente dinámico de objetos de relativamente ligeros, tales como el embalaje de productos de alimentación en pequeñas cantidades o medicación, ya que permiten dinámicas extremadamente altas de hasta tres operaciones de embalaje por segundo.

[0004] Los primeros robots delta comprendían tres brazos superiores. Sin embargo, se conocen variantes con cuatro y más brazos superiores.

20 [0005] En cada caso, se montan tres y en algunos casos cuatro brazos superiores alargados para que sean giratorios sobre un eje en cada caso. En los extremos libres de los mismos, se montan dos barras giratorias paralelas entre sí, que a su vez están en conexión giratoria con la placa paralela. Mediante un giro de los servoaccionadores, la placa paralela puede manipularse en cualquier posición deseada del espacio de trabajo deseado. Como los brazos inferiores consisten en dos barras paralelas, la placa paralela siempre se mueve de esta manera, como su nombre sugiere, paralela a la placa base.

25 [0006] En la técnica anterior, la mayor parte de los robots delta consisten en una placa base sobre la cual se montan tres servoaccionadores. Para aplicaciones en áreas higiénicamente críticas, tales como la producción de alimentos, productos farmacéuticos o dispositivos electrónicos, la placa base se amplía con un alojamiento de modo que lubricantes o cualquier resto de abrasión de los propulsores y/o de la transmisión no puedan desprenderse y caer en el producto.

30 [0007] En la técnica anterior, la patente de Estados Unidos 6.577.093, de Hvittfeldt, desvela un robot delta para requerimientos higiénicos, en el que todas los propulsores se disponen dentro de un alojamiento. Así, se evita que los lubricantes o los restos de abrasión de los cojinetes del motor y el propulsor escapen y contaminen de este modo un ambiente de otra manera higiénico. Una ventaja adicional muy importante es que el alojamiento también puede hacerse de un material que puede soportar agentes de limpieza muy corrosivos para equipamiento en la industria alimentaria.

35 [0008] Sin embargo, la patente de Estados Unidos 6.577.093 no proporciona desfavorablemente ninguna indicación de cómo se garantiza que las áreas del robot fuera del alojamiento, es decir los brazos y las juntas del robot, no emiten la contaminación durante el funcionamiento y en el caso de colisiones.

40 [0009] De modo similar, no hay ningunas indicaciones de cómo los brazos y conexiones pueden adaptarse a los requisitos para una dinámica máxima. Como se conoce, una alta tasa de ciclo fácil de conseguir es siempre la razón de por qué se escoge el principio de un robot delta. Para movimientos lentos, puede ser más conveniente el manejo simple lineal. El requisito de una alta dinámica está por tanto ya implicado en la opción de un robot delta.

[0010] A pesar del objeto indicado de satisfacer requisitos higiénicos, es decir, soportar los efectos de los agentes de limpieza más agresivos, faltan ofertas con este fin. Las consecuencias de una colisión tampoco se analizan.

45 [0011] Sin embargo, está bastante claro que, para robots con dinámicas extremadamente altas, que se prefieren en general elementos del menor peso posible, específicamente con el mayor movimiento eficaz de su radio, ya que se sabe que el momento de inercia de cada masa para el movimiento alrededor del centro de un círculo aumenta con la cuarta potencia del radio.

50 [0012] Desde este punto de vista, la delicada y por lo tanto ligera unión universal o unión cardan es en principio interesante para una conexión a los brazos y a la placa paralela de un robot delta. Por lo tanto, los ángulos de giro máximos que se pueden alcanzar, sin embargo, son considerablemente inferiores en comparación con una articulación esférica, que consiste en una cabeza esférica y una rótula complementaria que se desliza en la misma. Como las articulaciones esféricas tienen por tanto un ángulo de giro más grande y permiten de este modo un espacio de trabajo mayor, son ahora el conjunto de diseño más usado para robots delta.

[0013] En la técnica anterior, la patente de Estados Unidos 5.333.514, de Toyama, desvela un robot delta, cuyos brazos y placa paralela están conectados mediante articulaciones esféricas.

5 [0014] Una ventaja para aplicaciones higiénicamente críticas es que la rótula tiene un área superficial relativamente muy pequeña. Tan pronto como los contaminantes más ligeros comienzan depositarse sobre la misma, se transportan inmediatamente lejos por la cabeza esférica deslizando sobre la misma, y se eliminan simple y eficazmente de su superficie lisa con cada limpieza regular.

10 [0015] Como una desventaja higiénica puede observarse en la figura 5 de la patente de Estados Unidos 5.333.514 que los brazos inferiores tubulares están abiertos en sus caras finales. A través de estas aperturas, los contaminantes pueden penetrar en el interior de los tubos y acumularse allí. Y ya allí que están relativamente bien protegidos frente al efecto de detergentes, ocasionalmente se desprenden cuando el brazo inferior experimenta una alta aceleración, tal como una ligera colisión de otro modo.

15 [0016] Después, la capa de suciedad puede desprenderse parcialmente, por ejemplo en fragmentos, o completamente del brazo inferior y caer sobre o en los productos u objetos que se manejan por el robot delta. Si es un alimento para ser embalado o cargado, las regulaciones alimentarias relevantes pueden requerir la destrucción de lotes completos, incluso con colisiones ligeras de otro modo.

[0017] Como una desventaja higiénica se puede observar en la figura 5 de la patente de Estados Unidos 5.333.514 que los brazos inferiores tubulares están conectados a partes de tubo complementarias, que se forman totalmente sobre las rótulas. En virtud de estas partes tubulares, el peso de todo el brazo inferior aumenta notablemente sin alcanzar una ganancia correspondiente de resistencia a cargas compresivas y de tracción.

20 [0018] Para robots delta con los máximos requisitos dinámicos, el material preferido en la técnica anterior es el plástico reforzado de fibra de carbono, en particular para los brazos inferiores. Este también se denomina CRP, en el que C representa carbono. En este compuesto de fibras de plástico, se incrustan fibras de carbono (normalmente en múltiples capas) en una matriz de plástico de termoestables, por ejemplo la una resina epoxi, o termoplásticos, como refuerzo.

25 [0019] Los componentes CRP, dependiendo del diseño, pueden ser bastante más ligeros que partes de aluminio o de acero. Una densidad de aproximadamente  $1,5 \text{ g/cm}^3$  de un material típico de CRP contrasta con una densidad de aproximadamente  $2,7 \text{ g/cm}^3$  en el caso del aluminio y aproximadamente  $7,8 \text{ g/cm}^3$  de acero y hierro. Un umbral típico para el límite de resistencia a la tracción es de  $1.500 \text{ N/mm}^2$  en el caso de CRP, aproximadamente  $500 \text{ N/mm}^2$  en el caso de aleaciones de aluminio, y aproximadamente  $1.000 \text{ N/mm}^2$  en el caso de acero de construcción. Esto da como resultado un cociente de los dos valores, es decir la resistencia a la tracción como una función de densidad específica, de 1.000 para CRP, aproximadamente 185 para el aluminio y sólo aproximadamente 128 para el acero.

[0020] A causa de esta evidente superioridad de CRP, no es sorprendente que, en la técnica anterior, el CRP sea el material preferido para los brazos inferiores de robots delta. Hasta la fecha no se conocen robots delta dinámicos con brazos inferiores de acero.

35 [0021] Una desventaja crítica de las partes de CRP es que, con sobrecarga, apenas se deforman, pero se rompen. Esto da como resultado bordes afilados, que pueden conducir a heridas del personal de mantenimiento o daños.

40 [0022] Otra desventaja de CRP es resultado del efecto de detergentes, en particular aquellos con un alto contenido de oxígeno, sobre el plástico que une las fibras de carbono. Por lo tanto, el plástico puede quebrarse, de modo que pequeñas partículas estallen, y las fibras de carbono quedan sin protección del detergente durante la siguiente limpieza. Como resultado, incluso en capas más profundas, el daño que externamente no es visible puede conducir a romper las partículas de carbón. Su mezcla con alimentos puede tener consecuencias negativas si se consumen por humanos.

[0023] Incluso en otras aplicaciones, tales como la producción de láminas para semiconductores electrónicos, las fibras de carbono pueden dar como resultado artículos defectuosos y, por lo tanto, una pobre eficacia económica.

45 [0024] Como material que mejor resiste detergentes en aplicaciones higiénicamente críticas, se conoce en la ingeniería mecánica el acero inoxidable. Dependiendo de la proporción de carbono y otros componentes de aleación, puede incluso resistirse a detergentes muy agresivos y, por lo tanto, también proporcionar una alta resistencia.

50 [0025] En la técnica anterior, el documento de modelo de utilidad alemán DE-U 20 2005 017 588, en la reivindicación dependiente 10, también desvela una superficie de acero inoxidable para un robot en un espacio limpio. Sin embargo, la desventaja de esta oferta es que para sellar los espacios huecos en el brazo de robot, se propone una junta de un material diferente; expresamente se mencionan, por ejemplo, elastómeros, tales como el caucho de etileno-propileno o PTFE (politetrafluoroetileno). Estas juntas sólo pueden soportar detergentes muy eficaces, y por lo tanto agresivos, durante un tiempo limitado, y después deben reemplazarse. Cuanto más agresivo sea el  
55 detergente, antes puede dañarse la junta. Como resultado, los microorganismos pueden penetrar en el interior y allí

reproducirse. A continuación, por ejemplo durante la entrada y la salida del agua, los microorganismos pueden escaparse junto con el agua y contribuir a la contaminación.

5 [0026] Este efecto es más intenso en el caso de los módulos de un robot en los alrededores de los productos que se han de mover, porque estas partes se limpian mucho de una manera más intensiva, es decir, con mucha más frecuencia que los módulos alejados del producto.

10 [0027] Frente a estos antecedentes, el objeto de la invención es desarrollar un robot delta que pueda satisfacer las elevadas demandas en cuanto a dinámica, higiene y protección frente a los efectos de una colisión, moviendo el peso de los componentes en el radio más grande, en particular los brazos inferiores, minimizándose y la sensibilidad de los componentes del robot, en particular los brazos inferiores, frente a detergentes agresivos de tan alta [sic] como sea posible y en el que se prevenga la contaminación de los objetos o productos movidos por el robot delta, incluso en caso de colisiones menores.

15 [0028] Como solución, la invención explica que, en el caso de un robot delta según la parte genérica de la reivindicación 1, los brazos inferiores en cada caso tienen un tubo de acero inoxidable, cuyo espacio interior se cierra herméticamente para que sea hermético por medio de la cabeza esférica o la rótula en ambos extremos, y que es plásticamente deformable.

[0029] Un rasgo muy importante de la invención entonces es que, en particular, los brazos inferiores se hacen de un tubo de acero inoxidable. Esta idea al principio puede aparecer trivial para un profano, pero en la práctica no significa otra cosa que sustituir un tubo CRP con un tubo de acero.

20 [0030] Aunque sea completamente posible, en sí esto tiene tales serias desventajas que la idea es completamente no obvia para la persona experta en la técnica. Como se explica anteriormente en la técnica anterior, el peso específico del acero y el hierro es de aproximadamente  $7,8 \text{ g/cm}^3$  y, por lo tanto, aproximadamente tres veces la densidad de CRP en sólo  $1,5 \text{ g/cm}^3$ .

25 [0031] Esta diferencia en sí muy clara está reforzada además por el límite de resistencia a la tracción del material: Un umbral típico para la resistencia a la tracción es  $1.500 \text{ N/mm}^2$ , en el caso de CRP, en comparación con aproximadamente  $1.000 \text{ N/mm}^2$  en el caso de acero. Ya que en el presente caso, ambos parámetros tienen importancia, ya que se forma un patrón de referencia, el cociente de estos dos valores, es decir el límite de resistencia a la tracción dependiendo de la densidad específica. Este valor de referencia es 1000 para CRP y solo 128 para el acero. El CRP es así aproximadamente 8 veces "mejor" más apropiado que el acero.

30 [0032] La comparación de las propiedades materiales prohíbe así al experto en la técnica reemplazar el CRP por acero, ya que cambiar únicamente el material con el diseño inalterado de otra manera da como resultado una desventaja seria en virtud del aumento de peso y, por lo tanto, no es obvio para el experto en la técnica.

[0033] Sin embargo, si el empleo de materiales de acero se convierte en la característica importante de la invención, entonces es sólo porque el experto en la técnica ha encontrado relaciones que reposan en áreas completamente diferentes y que implican el cambio al parecer trivial a un material de acero por motivos completamente diferentes.

35 [0034] Esta relación es el aumento del requisito higiénico, que requiere una esterilidad casi completa. Los diversos asuntos en cuanto a alimentos infectados de forma intencionada o negligente, que son entonces sumamente peligrosos para los humanos, demostrado en la fabricación de alimentos en serie implica una alta responsabilidad y por lo tanto un gran riesgo. Por lo tanto, es comprensible que debe efectuarse un aumento del esfuerzo para la eliminación cuidadosa de todos los microorganismos. Por lo tanto es comprensible que todos los residuos que se adhieren a superficies deben ser quitados con el mayor cuidado. Es obvio que los efectos mecánicos no son suficientes para esto pero se deben tomar además efectos químicos para asegurar la separación sostenida y la retirada de todos los depósitos sobre la superficie. Se sigue a partir de ello que la superficie que permanece debajo debe ser químicamente neutra y sumamente resistente.

45 [0035] Se conoce ampliamente en la técnica anterior que estos requisitos sólo se cumplen por materiales de cristal y el acero inoxidable. Es fácilmente comprensible que el cristal no sea adecuado para el brazo inferior de un robot, ya que la resistencia de este material no es en ningún caso suficiente y su peso específico es además demasiado alto. Sólo el acero inoxidable se puede permitir como un compromiso entre una resistencia química satisfactoria y un soporte de carga mecánica satisfactoria.

50 [0036] La protección controla la corrosión en el caso de acero inoxidable se basa en la formación de una capa fina de un óxido de cromo, provocada por el oxígeno atmosférico que reacciona con el cromo contenido en el acero inoxidable. En la producción, mediante el tratamiento de la superficie con un llamado agente de conservación, los componentes de hierro y los componentes se retiran por disolución y se forma una zona sumamente enriquecida por cromo cerca de la superficie y sobre la superficie, que forma el óxido de cromo como consecuencia del contacto con el oxígeno en el medio ambiente.

55 [0037] Si la capa fina de óxido de cromo se daña alguna vez, se formará una nueva capa de óxido de cromo debajo de la misma debido al continuo acceso al oxígeno atmosférico. La capa es mucho más fina que una capa de cromo

aplicada, por ejemplo, por electrochapado, y se adhiere mucho mejor a otros metales de la aleación como consecuencia de la adherencia íntima de las partículas de cromo.

5 [00381] El acero inoxidable combina estas ventajas en la resistencia a la corrosión con las propiedades de acero en cuanto a la fuerza, elasticidad y plasticidad. Con el acero, sin embargo la fuerza que puede conseguirse no es tan alta como con el CRP. Sólo la elasticidad y la plasticidad son más altas.

[0039] Por lo tanto, si el acero inoxidable se tolera como material para los brazos inferiores en interés de óptimas propiedades higiénicas, esto es el objeto de la invención, usando medidas diferentes, para compensar el peso suplementario resultante comparado un tubo de CRP de resistencia de carga similar.

10 [0040] Debe apreciarse que el aumento de los requisitos higiénicos hacen necesario además que todas las cavidades en las que podrían alojarse los microorganismos y crecer relativamente sin problemas estén cerradas a conciencia.

[0041] Para el cierre hermético de un tubo de CRP según la técnica anterior, es necesaria la unión de un elemento de cierre. El adhesivo requerido para ello es siempre un adhesivo débil, ya que es atacado y se degradada más rápidamente por los detergentes agresivos que las demás zonas, lo que pueden conducir a un fallo del la unión.

15 [0042] Sin embargo, en comparación con el acero inoxidable, el CRP, también, puede ser peor incluso que el acero en cuanto a resistencia a agentes de limpieza, por ejemplo, con un alto contenido ácido, ya que algunos tipos de plásticos, que unen las fibras de carbono entre sí, también pueden atascarse fuertemente por los detergentes. Esto puede conducir a que el plástico se vuelva frágil y se agriete, de modo que en aceleraciones fuertes u otras  
20 pequeñas colisiones sin consecuencias, fragmentos de las capas de plástico puedan caer y, por ejemplo, meterse en el embalaje de alimentos. Como consecuencia, las fibras de carbono están expuestas, y en el caso de que, por ejemplo, las tapas de las cajas hayan quedado involuntariamente abiertas, experimentan el impacto sin protección.

[0043] Como se ha explicado anteriormente, es una desventaja principal de las fibras de carbono que no permiten prácticamente ninguna deformación elástica en la sobrecarga, ya que se astillan, liberando fragmentos y polvo.

25 [0044] La prueba de estas partículas extremadamente indeseables en productos de alimentación es muy difícil, ya que no pueden ser fácilmente descubiertas por detectores metálicos como, por ejemplo, chips metálicos. Otro problema es que las partículas que se han escapado de un tubo de CRP pueden ser tan pequeñas que el daño a la superficie de tubo causada así puede ser pasado por alto con una inspección óptica, pero el fragmento puede causar daño en gran medida.

30 [0045] Para evitar este efecto extremadamente desventajoso, el material para el brazo inferior debe ser plástico deformable. Así, se debe escoger un grado de acero inoxidable que no sea tan frágil como para que las partículas puedan de viruta en caso de un impacto. Por lo tanto, el requisito se cumple para las posibles consecuencias de los colisiones.

35 [0046] Un criterio contradictorio en la elección del grado de acero inoxidable es resultado así de la exigencia del objeto para la dinámica máxima. Para esto, el peso debe ser particularmente bajo, pero la resistencia tan alta como sea posible para cuyo fin es lo más conveniente un acero particularmente fuerte, y por lo tanto, particularmente quebradizo.

[0047] A diferencia de la optimización exclusiva del material sólo para la mayor dinámica posible, la exigencia adicional para una reducción de las consecuencias de una colisión hace necesario así un compromiso en la elección de grado de acero inoxidable.

40 [0048] Como ya se ha mencionado repetidamente, una superficie casi estéril del brazo inferior hace necesario sellar todos los espacios huecos e interiores en una manera hermética de modo que ningún microorganismo pueda colonizarlos, crecer en relativa protección, y posteriormente surgir en masa.

45 [0049] En la técnica anterior, con el material de acero inoxidable, puede conseguirse de forma fiable tal efecto de sellado contra el agua, como se ha mostrado repetidamente mediante los numerosos depósitos en la producción de bebidas. Un tipo particularmente eficaz de conexión de dos partes de acero inoxidable es que son soldadas juntas y, por lo tanto, la invención propone que, en una realización, una cara final del tubo de acero inoxidable se suelde a una cabeza esférica o una rótula. De esta manera, esto puede asegurar de forma fiable que ningún líquido penetre en el espacio interior del brazo inferior.

50 [0050] En una realización más depurada, este cordón de soldadura no sólo puede asegurar la estanqueidad, sino también todas fuerzas de tracción de la rótula o de cabeza esférica en el tubo. Con este fin, el cordón de soldadura debe extenderse sobre toda la cara final del tubo de acero inoxidable. Desde luego, el propio cordón de soldadura tiene entonces la misma fuerza que el tubo de acero inoxidable.

[0051] La ventaja crucial de esto consiste en que en el punto de conexión (distinto en la técnica anterior) la segunda sección del tubo sobre la rótula o sobre la cabeza esférica se elimina y así se reduce considerablemente el peso.

[0052] Entonces, el zócalo del tubo relativamente pesado, que incluye el brazo inferior en su extremo o se inserta en el extremo del brazo inferior, se elimina. En muchos casos, el peso suplementario del tubo de acero comparado con el tubo de CRP puede ya compensarse de esta manera. Este zócalo del tubo es un elemento que es tan indispensable como pesado para conectar un tubo de CRP a una cabeza esférica o a una rótula de metal.

5 [0053] Al igual que las fibras de carbono se unen con adhesivo incrustándose en una capa de plástico, también están unidas con adhesivo al dispositivo adyacente siguiente. Para que todas las fuerzas que se transmitirán con la carga de tracción, también es necesaria un área de mínima superficie. En el estado actual de desarrollo de plásticos, este área es mucho más grande que la sección transversal a través del tubo de CRP. Por lo tanto, la unión adhesiva sólo es posible sobre la pared interior o la pared exterior del tubo. Como resultado, se extienden dos tubos en  
10 paralelo sobre la longitud requerida para una unión adhesiva segura.

[0054] Ya que en la práctica no es posible cubrir todas las zonas de superficies de contacto con un adhesivo con un desembolso razonable, y para producir una conexión íntima entre dos superficies, debe añadirse un margen de seguridad para el área superficial, que es responsable de un aumento de peso adicional.

15 [0055] En la invención, la soldadura es así claramente superior a la unión adhesiva debido a la eliminación del segundo tubo en el punto de unión. Ya que el cordón de soldadura debería estar perfectamente cerrado y ser continuo, es, en la utilización constante de este principio, una variante ventajosa sí, de la cabeza esférica o la rótula, sólo una espiga de centrado o incluso sólo tres talones de guiado se proyectan en el tubo de acero inoxidable o lo encierran, porque así el centrado perfecto del tubo con la cabeza esférica o la rótula se simplifica enormemente, pero el peso de la cabeza esférica o de la rótula apenas aumenta.

20 [0056] En otra realización, es también concebible conectar un tubo de acero inoxidable a la cabeza esférica o la rótula mediante soldadura, unión adhesiva o contracción. Parte de la cabeza esférica o la rótula se inserta telescópicamente en el tubo de acero inoxidable o lo encierra externamente. Dependiendo de la calidad del procedimiento de conexión escogido, puede ser necesario en algunas circunstancias insertar un anillo de junta adicional entre los dos elementos.

25 [0057] Sin embargo, ya que, de esta manera, el peso del brazo inferior aumenta considerablemente, lo que afecta a la dinámica del robot delta en un grado asombroso, esta variante poco atractiva no es obvia para el experto en la técnica.

[0058] Como una variante para una reducción de peso adicional, es posible que la superficie externa del tubo de acero inoxidable sea lisa (lo que se prefiere en interés de una óptima limpieza) y se forman íntegramente una  
30 pluralidad de nervaduras sobre la superficie interior, que se extienden en la dirección longitudinal y están orientadas radialmente. Así, con un peso uniforme total, la resistencia al pandeo del tubo aumenta, y de esta manera aumenta la posible carga de presión. Ya que el interior del tubo está cerrado herméticamente por fuera para que sea estanco, pueden proporcionarse sin problemas rebajes y muescas en el interior, lo que es extremadamente inoportuno en el caso de un robot higiénicamente optimizado, ya que se pueden acumular residuos en las esquinas, donde se  
35 eliminan gracias a acciones de limpieza.

[0059] Como alternativa o además de la nervaduras, pueden introducirse otros elementos ligeros pero de soporte complementario, tales como un tubo de CRP o una espuma metálica, o un haz de tubos delgados al interior del tubo de acero inoxidable para el brazo inferior.

40 [0060] Para un diseño higiénicamente óptimo de un robot delta, también es importante que la superficie externa del alojamiento pueda fabricarse de acero inoxidable de la misma manera que la superficie externa de las rótulas y las cabezas esféricas. Por consiguiente, los brazos superiores se fabrican de acero inoxidable, al menos en la superficie.

[0061] Para los brazos superiores, también es completamente apropiado usar tubos de acero inoxidable. Ya que, en  
45 contraste con los brazos inferiores, están sometidos no sólo a fuerzas compresivas y de tracción, sino principalmente a momentos de flexión considerables, sus secciones transversales y el grosor de sus paredes son bastante más grandes que en el caso de los brazos inferiores. Sin embargo, la influencia de estas masas sobre la inercia son órdenes de magnitudes inferiores a las masas de los brazos inferiores, ya que, como se sabe, el momento de inercia de carga eficaz aumenta con la cuarta potencia del radio de movimiento.

50 [0062] Para reducir adicionalmente el peso, se propone producir al menos una cabeza esférica en forma de cuerpo hueco. para alcanzar una resistencia adecuada independientemente, puede formarse integralmente una pluralidad de nervaduras radialmente orientadas sobre la superficie interna de la cabeza esférica hueca. Sin embargo, es también concebible cualquier otra estructura ligera pero inherentemente rígida, tal como espuma metálica.

[0063] En el estado actual de la técnica, la rótula es la parte de una bola hueca, que incluye la cabeza esférica con un ángulo de hasta 180 grados. Como una realización alternativa, la invención propone que la rótula tenga dos  
55 aberturas, es decir, no sólo una abertura grande, con la que está montada sobre la cabeza esférica, sino también una segunda abertura más pequeña, que se crea estructuralmente "cortando" la parte con forma de una cabeza esférica de la rótula. Sin embargo, permanece un elemento anular que tiene la ventaja de que, incluso con la mayor

aceleración del robot delta, los puntos de mayor carga también se desplazan sobre un rango muy pequeño de la cabeza esférica. El punto central real de las fuerzas de tracción y compresivas se limita de esta modo a un intervalo mucho más pequeño que con una rótula conocida con sólo una única abertura.

5 [0064] Esta variante de la rótula puede combinarse particularmente de forma apropiada con la variante de la conexión de cabeza esférica y/o rótula y el tubo del brazo inferior que se describe a continuación: si el punto central de la bola de la cabeza esférica o de la rótula se desplaza con respecto al eje central del tubo en la dirección radial en cuanto a la fuerza resultante ejercida por la cabeza esférica, o la rótula transcurre a lo largo del eje central del tubo, las fuerzas ejercidas se distribuyen mucho más uniformemente sobre el tubo que en la configuración que hasta ahora era convencional, como también se describe aquí en la citada técnica anterior, en la que el centro geométrico de la articulación esférica se dispone en el eje central del tubo. Entonces, específicamente, las fuerzas resultantes de la rótula o la cabeza esférica se acoplan fuera del eje central, lo que implica un refuerzo correspondiente y, por lo tanto, un aumento de peso del tubo.

15 [0065] La invención prefiere que la rótula incluya la cabeza esférica con un ángulo de 180 grados con respecto al punto central de la bola, porque en esta realización las fuerzas que actúan transversalmente al brazo inferior son más pequeñas.

20 [0066] Además, es preferible que, en la superficie interior de una rótula, se introduzca una capa de plástico elástica y muy deslizante. En vista de los estrictos requisitos higiénicos, esta capa se somete a un gran desgaste debido a los detergentes y, por lo tanto, debe reemplazarse a intervalos regulares. Sin embargo, este reemplazo es un esfuerzo relativamente pequeño en comparación con la ganancia de deslizamiento de la rótula y la cabeza esférica y la menor carga resultante de los brazos del robot, lo cual a la larga da como resultado una reducción del tamaño y aumenta considerablemente la dinámica del robot delta.

[0067] Si esta capa de plástico está montada como un inserto que se acoplará por separado a la rótula, también puede reemplazarse rápida y económicamente.

25 [0068] El perfil estructuralmente óptimo de un brazo inferior es un tubo con una sección transversal circular. Sin embargo, como sección transversal puede usarse un óvalo, una elipse, un rectángulo o un polígono.

[0069] Como propulsor para un robot delta según la invención, se puede usar un servomotor rotativo o un motor lineal. También es posible usar un motor de avance gradual u otro propulsor eléctrico. Como alternativa, pueden usarse cilindros hidráulicos o cilindros neumáticos o un piezocristal.

30 [0070] A continuación, se explican detalles y características de la invención en más detalle con referencia a los ejemplos. Sin embargo, no pretenden limitar la invención, sino sólo explicarla.

[0071] En vista esquemática:

La figura 1 muestra una vista en perspectiva de un robot delta

La figura 2 muestra una sección a través de una articulación esférica grande con un tubo de acero inoxidable soldado

35 La figura 3a muestra una sección a través de una articulación esférica pequeña con un tubo de acero inoxidable soldado

La figura 3b muestra una sección a través de una articulación esférica pequeña con un tubo de acero inoxidable unido con adhesivo

40 [0072] La figura 1 muestra el diagrama esquemático de un robot delta según la invención. En la parte superior del dibujo, se puede ver el alojamiento 1, en el que, en esta realización, se instalan tres propulsores 2. Están completamente encapsulados desde el exterior por el alojamiento 1. Sólo sus ejes de elevación se proyectan hacia fuera y mueven un brazo superior 3 en cada caso como una manivela. En los extremos libres de cada brazo superior 3, se conecta en cada caso un par de tubos de acero inoxidable 6 a través de articulaciones esféricas 5. También a través de articulaciones esféricas 5, este par de tubos de acero inoxidable 6 está conectado a la placa paralela 4.

45 Cada par de tubos de acero inoxidable 6 se mantiene unido en el extremo superior y en el extremo inferior por medio de un elemento permanentemente elástico en cada caso.

[0073] Debido a los dos tubos de acero inoxidable mutuamente paralelos, la placa paralela 4 por lo tanto siempre permanece paralela a la placa base estacionaria 1 independientemente de en qué posiciones del espacio de giro alcanzable del robot delta se muevan.

50 [0074] En la placa paralela 4, puede fijarse un buen captador, un instrumento, un detector, tal como una cámara, u otro objeto, que determine la actividad real del robot delta, y se mueva por éste hasta la posición deseada particular.

[0075] En la Figura 1, se puede ver el desarrollo del borde redondeado del alojamiento 1. Esto previene las cantidades excesivas de suciedad acumuladas en las esquinas y en los bordes. Sin embargo, la suciedad acumulada se puede quitar más fácilmente.

5 [0076] En la Figura 1, queda rápidamente claro, que para obtener una resistencia perfecta a los detergentes agresivos en los espacios higiénicamente exigidos, no sólo deben hacerse de acero inoxidable los brazos inferiores con sus tubos de acero inoxidable 6, sino también todas las demás superficies externas.

[0077] La figura 1 aclara que esta etapa tiene las mayores consecuencias para los brazos los inferiores, ya que se retiran del alojamiento estacionario 1, que es el centro fijo de movimiento. En base al hecho de que el momento de inercia de un cuerpo es directamente proporcional a su masa y proporcional al cuadrado de la distancia del punto central del movimiento rotatorio, para explicar esta proporción, este estado debería ser tomado en el cual el centro de gravedad de los brazos inferiores sea aproximadamente dos veces desde el punto de referencia del movimiento giratorio (concretamente, el centro del alojamiento 1), como el centro de gravedad de los brazos 3. Asumiendo una masa idéntica tanto para los brazos inferiores 6 como para los brazos superiores 3, el momento de inercia eficaz de los brazos inferiores 6 es cuatro veces el de los brazos superiores 3. Esta consideración de la Figura 1 aclara que el peso de los brazos inferiores 6 es una influencia decisiva sobre la dinámica de todo el robot.

[0078] La figura 2 muestra una sección a través de una articulación esférica que es relativamente grande en proporción al tubo de acero inoxidable. La cabeza esférica 51 incluye la rótula 52 con un ángulo cerrado de aprox. 180°, una capa plástica 54 que separa los dos elementos uno del otro, mejorándose considerablemente los coeficientes de fricción estática y dinámica entre la bola hueca y el segmento esférico.

20 [0079] La cabeza esférica 51 está fijada sobre un brazo superior 3 (no mostrado aquí), o sobre la placa paralela 4 (que tampoco se muestra aquí).

[0080] La variante de la rótula 52 mostrada en la figura 2 se proporciona con dos aberturas que, en la realización mostrada aquí, se disponen paralelas entre sí. Como resultado, el recipiente esférico 52 ya no encierra completamente la cabeza esférica 51 sobre una mitad, sino sólo sobre una superficie anular alrededor de la bola. La ventaja de esta disposición se puede observar claramente en la figura 2. En el caso de cambios rápidos en las fuerzas de tracción o compresivas paralelas al eje central del tubo de acero inoxidable 6, los componentes de las fuerzas orientadas transversalmente al eje central 61 son todos más pequeños, cuanto la mayor es la abertura de la rótula 52 dibujada a la izquierda.

30 [0081] La figura 2 muestra otra realización ventajosa. En contraste con la técnica anterior, el eje central 61 del tubo de acero inoxidable 6 no transcurre a través del punto central de rotación 53 de la articulación esférica 5, sino por fuera de éste. En la figura 2, es fácilmente comprensible que el vector suma de todas las fuerzas que actúan en la dirección longitudinal del tubo de acero inoxidable 6 transcurre a lo largo de línea central 61 del tubo. Por consiguiente, las fuerzas se distribuyen uniformemente en todas las áreas de la pared del tubo 61, de modo que se pueda escoger un fino grosor de pared, lo que reduce el peso de la misma.

35 [0082] La figura 2 también muestra que el elemento elástico, tal como, por ejemplo, un resorte, que se representa con su alojamiento abajo a la derecha que presiona los dos tubos de acero inoxidable paralelos 6 por medio de sus rótulas 52 sobre una cabeza esféricas 51 en cada caso no está articulada sobre la línea central del tubo de acero inoxidable 6, sino sobre una línea que traspasa el centro de rotación 53 de una articulación esférica 5. Así, se evitan estiramientos y compresiones innecesarias del resorte, lo que permite prescindir de los márgenes necesarios en el dimensionamiento del grosor de la pared del tubo de acero inoxidable 6.

45 [0083] En la realización mostrada en la figura 2, el tubo de acero inoxidable 6 está conectado a través de un cordón de soldadura 7 sobre su cara final a la continuación tubular de la rótula 52. En la figura 2, es fácilmente evidente que, en el tubo de acero inoxidable 6, se proyecta sólo una espiga de centrado corta 55, que es solamente lo bastante larga para asegurar un centrado perfecto de los dos elementos que se van a conectar durante la producción del cordón de soldadura.

[0084] En la Figura 3a y 3b, esta relación se aclara una vez más por medio de dos realizaciones diferentes de la espiga de centrado 55. La figura 3 muestra una configuración que, en principio, es similar a la de la figura 2, en sección, pero con un diámetro menor de la articulación esférica en proporción al diámetro del tubo de acero inoxidable 6. En la figura 3a, a la izquierda, la espiga de centrado 55 (como en la figura 2) sólo se inserta telescópicamente en el tubo de acero inoxidable mediante a una distancia muy corta, que es considerablemente más corta que el radio del tubo de acero inoxidable 6. Tal espiga de centrado corta 55 sólo sirve para fijar el tubo de acero inoxidable 6 durante la producción del cordón de soldadura 7, lo que une el tubo de acero inoxidable 6 a la rótula 52.

55 [0085] En la figura 3b, que se representa en el lado derecho, la rótula de otra manera idéntica se alarga drásticamente en la zona de su espiga de centrado 55, y se proyecta con su espiga de centrado 55 en el tubo de acero inoxidable a una distancia que corresponde aproximadamente a su diámetro. La ventaja crucial de esta configuración consiste en que, así, la superficie de contacto entre la boquilla del tubo en la rótula 52 y la superficie lateral del tubo de acero inoxidable 6 se amplía significativamente. Esta gran área se usa con una capa adhesiva,

que une el tubo de acero inoxidable u otro tubo a la boquilla del tubo en la rótula. Es fácilmente comprensible que, con una ampliación de la superficie adhesiva, la capacidad de carga de esta conexión se refuerza en proporción directa.

5 [0086] Sin embargo, en la figura 3b la gran desventaja decisiva de esta configuración también puede reconocerse claramente, concretamente, la doble longitud de la boquilla del tubo en la rótula 52. En la figura 3b, es fácilmente evidente a través de la comparación con la figura 3a adyacente que se generó así un enorme aumento de peso en proporción con respecto a la conexión soldada.

10 [0087] Una conexión de este tipo es la técnica anterior para la unión adhesiva de tubos de CRP a la rótula 52. Por lo tanto, la figura 3b, con su unión adhesiva, corresponde a la técnica previa, en la que, en vez de un tubo de acero inoxidable 6, se conecta un tubo de CRP y se pega con adhesivo. La comparación con el acoplamiento de un tubo de acero inoxidable a la boquilla del tubo de una articulación esférica por medio de un cordón de soldadura 7, mostrado en la figura 3a, muestra que, en cambio, sólo son necesarios una espiga de centrado drásticamente acortada 55 o incluso sólo unos pocos talones de centrado, lo que permite una reducción correspondientemente grande del peso de la rótula.

15 [0088] En el ejemplo mostrado aquí, queda claro que el peso suplementario del brazo de acero inferior, el tubo de acero inoxidable 6, sólo puede compensarse por el peso reducido de la espiga de centrado 55, conseguido gracias a medidas de diseño.

#### Lista de Caracteres de Referencia

[0089]

- 1 Alojamiento
- 2 Propulsores, al menos tres en cada alojamiento 1
- 3 Brazo superior montado de forma giratoria en la caja 1 y conectado a un propulsor 2
- 4 Placa paralela, en los vástagos 32
- 5 Articulación esférica en los vástagos 32
- 51 Cabeza esférica de la articulación esférica 5
- 52 Rótula, complementaria a la cabeza esférica 51
- 53 Centro de rotación de una articulación esférica 5
- 54 Capa plástica, entre la cabeza esférica 51 y la rótula 52
- 55 Espiga de centrado o talón de centrado, para centrar articulación esférica 5 en el tubo de acero inoxidable 6
- 6 Tubo de acero inoxidable como brazo inferior, mediante el cual está conectada una rótula 5 al brazo superior 3 en un lado y a la placa paralela 4 en el otro lado.
- 61 Eje central de un tubo de acero inoxidable 6
- 7 Cordón de soldadura, que conecta una cara final del tubo de acero inoxidable 6 a una cabeza esférica 51 o a una rótula 52

**REIVINDICACIONES**

1. Robot delta destinado al aumento de los requisitos en cuanto a dinámica, higiene y protección frente a las consecuencias de una colisión, que comprende

- un alojamiento estacionario (1), en el que
- se instalan al menos tres propulsores (2) y

5 - sobre el cual al menos tres brazos superiores alargados (3)

- están montados cada uno para girar alrededor de un eje y
- se conectan en cada caso a uno de los propulsores (2) y

- están conectados en cada caso, en sus extremos libres, a un par de brazos inferiores alargados y paralelos entre sí a través de una articulación esférica (5),

10 - que en su otro extremo están conectados en cada caso a través de una adicional (5) a

- una placa paralela móvil (4), sabiendo

- estando fijada una cabeza esférica (51) o una rótula (52) a ambos extremos de cada brazo inferior como parte de una articulación esférica (5)

**caracterizado porque**

15 los brazos inferiores comprenden en cada caso un tubo de acero inoxidable (6),

- cuyo espacio interior está cerrado herméticamente de forma estanca por medio de una cabeza esférica (51) o una rótula (52) a ambos extremos del tubo de acero inoxidable (6) y

- que puede deformarse plásticamente.

20 **2.** Robot delta según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la cabeza esférica (51) o la rótula (52) está conectada a una cara final del tubo en acero inoxidable (6) por medio de un cordón de soldadura (7).

**3.** Robot delta según la reivindicación 2, **caracterizado porque** el cordón de soldadura (7) se extiende sobre toda la cara final del tubo de acero inoxidable (6).

**4.** Robot delta según la reivindicación 3, **caracterizado porque**, de la cabeza esférica (51) o de la rótula (52)

- sólo una espiga de centrado o

25 - sólo tres talones de guía

se proyectan o encierran el tubo de acero inoxidable (6).

30 **5.** Robot delta según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el punto central de la rótula de la cabeza esférica (51) o de la rótula (52) se desplaza con respecto al eje central (61) del tubo (6) en la dirección radial en la medida en que la fuerza resultante ejercida por la cabeza esférica (51) o de la rótula (52) transcurre a lo largo del eje central (61).

**6.** Robot delta según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la cabeza esférica (51) o la rótula (52) está conectada al tubo de acero inoxidable por medio de

- una junta soldada, o

- una unión adhesiva, o

35 - un ajuste por contracción.

**7.** Robot delta según la reivindicación 6, **caracterizado porque** parte de la cabeza esférica (51) o de la rótula (52) se inserta telescópicamente en el tubo acero inoxidable (6) o la encierra externamente.

40 **8.** Robot delta según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la superficie exterior del tubo de acero inoxidable (6) es lisa y que se forman integralmente una pluralidad de nervaduras sobre la superficie interior, que se extienden en el sentido longitudinal y se orientan radialmente.

9. Robot delta según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el interior del tubo de acero inoxidable (6) contiene elementos de soporte complementarios adicionales, por ejemplo, un tubo de CRP.
10. Robot delta según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos una cabeza esférica (51) es hueca en el interior.
- 5 11. Robot delta según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se moldean integralmente una pluralidad de nervaduras orientadas radialmente sobre la superficie interior de la cabeza esférica (51).
12. Robot delta según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** una rótula (52) comprende dos aberturas y encierra la cabeza esférica (51) aproximadamente de forma anular.
- 10 13. Robot delta según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la rótula (52) encierra la cabeza esférica (51) con un ángulo de aproximadamente 180° en base al punto central de la rótula (53).
14. Robot delta según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se introduce una capa plástica elástica y muy deslizante (54) en la superficie interior de una rótula (52).
15. Robot delta según la reivindicación 14, **caracterizado porque** la capa de plástico (54) se monta en la rótula (52) como un inserto de plástico.
- 15 16. Robot delta según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el perfil del tubo de acero inoxidable (6) es
- un círculo o
  - un óvalo o
  - una elipse o
- 20 - un cuadrado.
17. Robot delta según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el propulsor (2) es un servomotor rotativo o un motor lineal o un motor de avance gradual u otro propulsor eléctrico o un cilindro hidráulico o un cilindro neumático o un piezocristal.

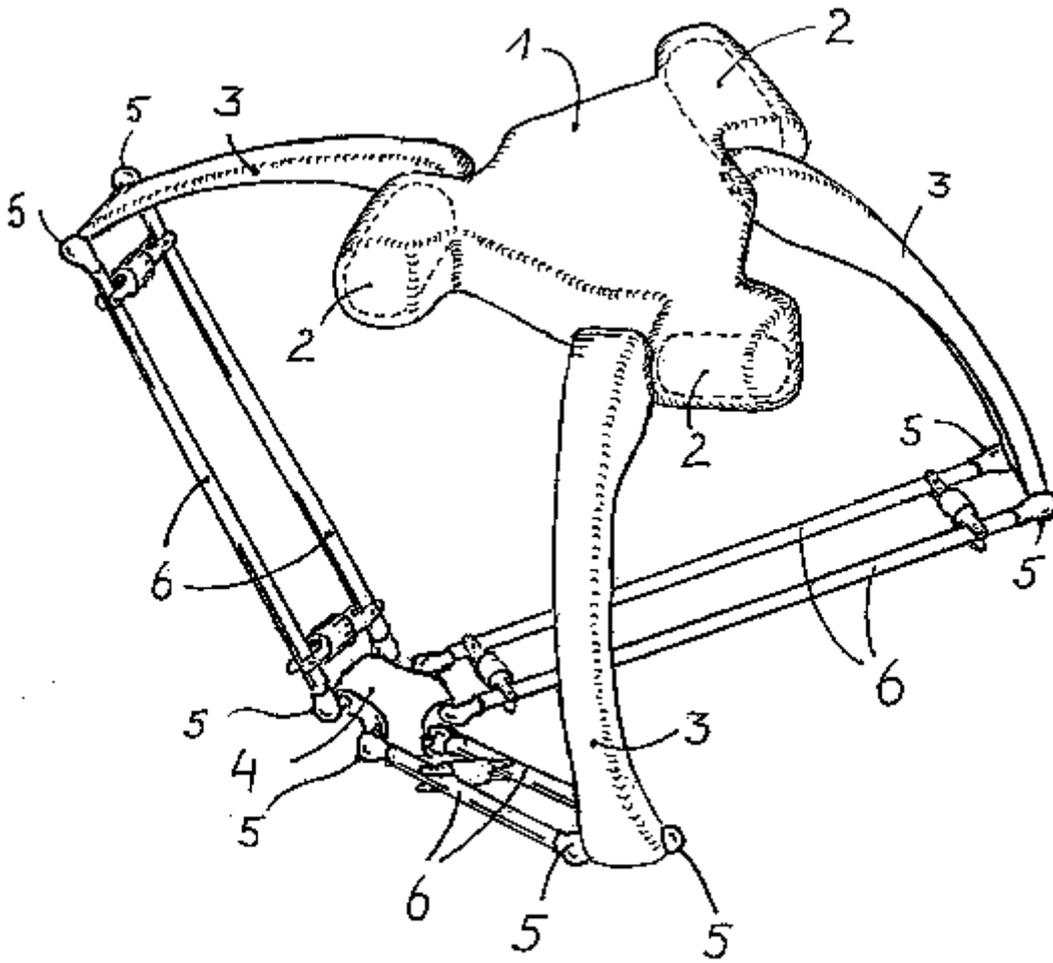


Fig. 1



